

[19]中华人民共和国专利局

[51]Int.Cl⁶

G11B 7/12



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 98104168.X

[43]公开日 1998 年 11 月 11 日

[11] 公开号 CN 1198567A

[22]申请日 98.2.13

[30]优先权

[32]97.2.13 [33]KR[31]4273 / 97

[71]申请人 三星电子株式会社

地址 韩国京畿道

[72]发明人 刘长勋 郑钟三 李哲雨 赵虔皓

[74]专利代理机构 柳沈知识产权律师事务所

代理人 李晓舒

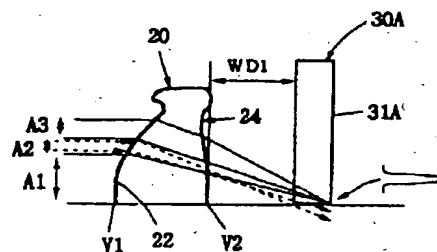


权利要求书 9 页 说明书 12 页 附图页数 12 页

[54]发明名称 具有兼容多种光盘规格物镜的光学拾取装置

[57]摘要

一种光学拾取装置，与多种规格光记录介质兼容。其包括至少一个光源，一个能将光源发出的光聚焦的物镜，以及一个光探测器，探测光点在光记录介质的信息记录面上反射后透过物镜的光。物镜有非球面形状的内区，环形透镜区和外区。将透过内区的光聚焦成单光点，从薄介质读取信息，并将透过内区和外区之间球形透镜区的光散射，内区和环形透镜区将光聚成单光点，从厚介质读取信息，并散射通过外区的光。



权 利 要 求 书

1. 一种置于光学器件中的光学拾取装置, 它能兼容多种不同厚度的光记录介质, 所述光学拾取装置包括:

5 一个发射光的光源;

 一个物镜, 将由光源发出的光在多个光记录介质之一的信息记录面上聚焦成一个光点; 以及

 一个光探测器, 探测在一个光记录介质的信息记录面上聚焦的光点反射之后通过物镜所透射的光;

10 其中, 所述的物镜有一个内区, 一个环形透镜区和一个外区, 他们以一个顶端为中心, 环形透镜区具有环形形状, 并将内区和外区分开;

 内区, 环形透镜区和外区具有非球面形状, 从而将透过内区和外区的光聚焦成单个光点, 由该光点从一个光学记录介质的信息记录面读取信息, 并散射透过内区和外区之间所形成的环形透镜区的光, 从而如果光学记录介质
15 是一种具有第一厚度的光学记录介质, 则散射光不聚焦在光学记录介质的信息记录面上, 以及将透过内区和环形透镜区的光聚焦成单光点, 由该单光点从一个光学记录介质的信息记录面读取信息, 并散射透过外区的光, 使得如果光学记录介质是一个具有比第一厚度大的具有第二厚度的第二光记录介质时, 散射光不聚焦在该光记录介质的信息记录面上。

20 2. 如权利要求 1 的光学拾取装置, 其中物镜有一个工作距离, 其工作方式是, 在再现第二光学介质时, 透过内区的光在第二光记录介质的信息记录面上被聚焦成具有最小光学象差的单光点。

 3. 如权利要求 2 的光学拾取装置, 其中内区的非球面形状使透过内区的光在进行第一光学记录介质再现时在第一光记录介质的信息记录面上被聚焦
25 成单光点, 相同的光在进行用所述的工作距离再现第二光学介质时在第二光记录介质的信息记录面上被聚焦成具有最小光学象差的光点。

 4. 如权利要求 2 的光学拾取装置, 其中环形透镜区的非球面形状使透过环形透镜区的光在进行再现具有厚基衬的第二光学介质时, 在第二光记录介质的信息记录面上被聚焦成具有无球差的单光点。

30 5. 如权利要求 2 的光学拾取装置, 其中环形透镜区的焦距和内区的焦距之间的差 ΔZ 成为由下式确定的散焦量,

$$\Delta Z = -(2W_{40})/(NA)^2$$

其中, NA 是内区中的数值孔径, W_{40} 是一个球差系数, 该系数是进行再现第二光学记录介质时内区的球差系数。

6. 如权利要求 1 的光学拾取装置, 其中内区的数值孔径保持最小值为 0.3。

7. 如权利要求 1 的光学拾取装置, 其中所述物镜的环形透镜区有一个数值孔径, 使进行再现第二光介质的信息时内区和环形透镜区在第二光记录介质的信息记录面上形成单光点。

8. 如权利要求 1 的光学拾取装置, 其中内区, 环形透镜区 and 外区形成在朝向物镜的光源侧的物镜的透镜表面上。

9. 如权利要求 8 的光学拾取装置, 其中自环形透镜区的非球面延伸的假想面与内区的非球面上的顶端间隔一定距离。

10. 如权利要求 8 的光学拾取装置, 其中环形透镜区的宽度范围约为 100 - 300 μ m。

11. 如权利要求 10 的光学拾取装置, 其中环形透镜区的表面积至少是从光源入射光的所述物镜的入射表面的 10 %。

12. 如权利要求 1 的光学拾取装置, 其中还包括至少一个附加的光源, 光源和至少一个附加光源中的每个发出不同波长的光。

13. 如权利要求 12 的光学拾取装置, 其中还包括一个分束器, 其相对于从光源和至少从一个附加光源分别发出的每个光束具有各自的分束特性。

14. 如权利要求 1 的光学拾取装置, 其中第一光学记录介质是一种数字多用盘(DVD), 第二光学记录介质是一种小型盘(CD)或一种激光盘(LD), 所述光源发射出适用于数字多用盘(DVD)波长的光。

15. 如权利要求 1 的光学拾取装置, 还包括至少一个附加光源, 其中所述的第一光记录介质是一种数字多用盘(DVD), 所述第二光学记录介质是小型盘(CD), 小型可记录盘(CD - R), CD - 再写盘(CD - RW)和激光盘(LD)中的一种, 此时一个第一光源发出波长适用于数字多用盘(DVD)波长的光, 一个第二光源发出适用于小型可记录盘(CD - R)波长的光。

16. 如权利要求 1 的光学拾取装置, 其中光探测器是适用于探测所述第一和第二光信息记录介质反射的光, 此时至少使用多个光源中的二个, 所述的第一和第二光记录介质被可兼容地再现。

17. 如权利要求 1 的光学拾取装置, 其中所述的物镜有一个台阶差, 该台阶差是在环形透镜区和内区之间彼此接触的区域形成, 所述台阶差使得透过物镜的内区的光和透过环形透镜区之间的光程差, 在再现来自第二光记录介质的信息时, 具有光源发出光波长的整数倍。

5 18. 如权利要求 17 的光学拾取装置, 其中所述台阶差的高度为约 $1.0 - 1.5\mu\text{m}$ 。

19. 如权利要求 1 的光学拾取装置, 其中所述物镜有一个台阶差, 它形成在环形透镜区和外区彼此接触的区域, 并使透过所述物镜的内区的光与透过环形透镜区的光之间的光程差, 在再现来自第二光记录介质的信息时具有由光源发出光的波长的整数倍。

20. 一种物镜, 可以兼容于具有不同厚度和贮存信息的信息记录面的至少两种基衬, 所述物镜包括:

一个内区, 一个环形透镜区和一个外区, 他们以一顶端为中心, 环形透镜区具有环状, 并把内区与外区分开;

15 其中, 内区, 环形透镜区和外区具有非球面形状, 以将通过内区和外区的光聚焦成单光点, 由该光点从至少两基衬的具有第一厚度的第一基衬的信息记录面读取信息, 以及散射透过内区和外区之间形成的环形透镜区的光, 以使散射光不聚焦在第一基衬的信息记录面上, 此时所用的是第一基衬, 以及将透过内区和环形透镜区的光聚焦成单光点, 由该光点从至少二个基衬的第二基衬的信息记录面读取信息, 第二基衬具有大于第一基衬的厚度的第二厚度, 以及在使用第二基衬时, 散射透过外透镜区的光, 使散射光不聚焦在第二基衬的信息记录面上。

21. 如权利要求 20 的物镜, 其中环形透镜区的焦距与内区的焦距之间的差 ΔZ 是为下述关系式确定的散焦量,

25
$$\Delta Z = -(2W_{40})/(NA)^2$$

其中, NA 是内区的数值孔径, W_{40} 是使用第二基衬时的球差系数。

22. 如权利要求 20 的物镜, 其中所述的物镜有一个台阶差, 它形成在环形透镜区和内区互相接触的区内, 台阶差使透过所述物镜内区的光与透过环形透镜区的光之间的光程差, 在使用第二基衬时, 具有光源发出光的波长的整数倍。

23. 如权利要求 20 的物镜, 其中所述物镜有一个台阶差, 它形成在环形

透镜区和外区互相接触的区内，台阶差使透过所述物镜内区的光与透过环形透镜区的光之间的光程差，在使用第二基衬时为光源发出光的波长的整数倍。

24. 一种置于光学器件中的光学拾取装置，它能兼容不同厚度的光盘，
5 所述光学拾取装置包括：

一个光源；

- 一个物镜，它正对着放在光学器件内的光盘中的一个，物镜的光通过区
相应于入射光的近轴区，中间轴区和远轴区分成内区，环形透镜区和外区，
其中中心和周围区的曲率，如果一个盘具有一个第一厚度，则对该盘最佳，
10 而环形区的曲率，如果一个盘具有比第一厚度大的第二厚度，则对该盘最佳；

一个光探测器，用于探测由一个盘反射的光；

一个分光部件，将从光源透过的入射光与由该光盘反射的反射光分开。

25. 如权利要求 24 的光学拾取装置，其中内区具有如下述关系式的数值
孔径值 NA：

- 15 0.8λ - 光点尺寸；

这里， λ 是光源发出光的波长，光点尺寸是透过物镜的光在一个光盘上
所形成光点的大小。

26. 如权利要求 25 的光学拾取装置，其中波长是 650nm，NA 至少是
0.37。

- 20 27. 如权利要求 24 的光学拾取装置，其中环形透镜区具有非球面形状，
利用该形状，环形透镜区校正经过内区的焦点处光源所发出光的光学象差。

28. 如权利要求 27 的光学拾取装置，其中物镜具有使光学象差最小的散
焦系数 W_{20} ，关系式为：

$$W_{20} = W_{40},$$

- 25 这里， W_{40} 是由于第一和第二盘的厚度差所产生的球差系数。

29. 如权利要求 28 的光学拾取装置，其中物镜的散焦量 ΔZ 具有下述关
系式：

$$\Delta Z = -(2W_{40})/(NA)^2 = -8.3\mu m$$

这里，NA 是内区的数值孔径值。

- 30 30. 如权利要求 24 的光学拾取装置，其中环形透镜区的宽度至少是光源
的光通过物镜的入射表面的 10 %。

31. 如权利要求 24 的光学拾取装置, 其中环形透镜区的宽度在 100 至 300 μm 之间。

32. 如权利要求 24 的光学拾取装置, 其中环形透镜区的表面自内区和外区的表面凸起。

5 33. 如权利要求 24 的光学拾取装置, 其中环形透镜区的表面自内区和外区的表面切出。

34. 如权利要求 24 的光学拾取装置, 其中环形透镜区的表面与内区和外区之一的表面形成一个台阶差。

35. 如权利要求 34 的光学拾取装置, 其中环形透镜区的表面与内区的表面形成台阶差, 所述台阶差值为, 使通过内区的光与通过环形透镜区的光之间的光程差是光源所发出光的波长的整数倍。

36. 如权利要求 34 的光学拾取装置, 其中环形透镜区的表面与外区的表面形成台阶差, 所述台阶差值为, 使通过内区的光与通过环形透镜区的光之间的光程差是光源所发出光的波长的整数倍。

15 37. 如权利要求 34 的光学拾取装置, 其中还包括:

一个设置在物镜和光探测器之间直线光路上的准直透镜, 将由分离部件分开的入射光进行准直, 并将由一个光盘反射的光传向分离部件; 以及
一个光探测透镜, 将通过分离部件反射的光聚焦至光探测器;
其中分离部件是一个分束器。

20 38. 如权利要求 24 的光学拾取装置, 还包括:

一个在其中互相相邻设置有光源和光探测器的部件;
一个由全息分束器构成的分离部件;
一个准直透镜, 准直从光源发出的通过全息分束器的光, 并将从盘反射的光传输至全息分束器;

25 其中全息分束器将反射光导向光探测器。

39. 如权利要求 38 的光学拾取装置, 还包括: 一个设置在全息分束器和准直透镜之间的四分之一波片。

40. 如权利要求 38 的光学拾取装置, 其中全息分束器是一个偏振全息照相(hologram)。

30 41. 如权利要求 34 的光学拾取装置, 还包括:

一个在其中互相相邻设置有光源和光探测器的部件;

一个由全息分束器构成的分离部件;

一个准直透镜, 准直自光源发出的通过所述全息分束器的光, 并将从一个盘上反射的光传输至全息分束器,

其中, 全息分束器将反射光导向光探测器。

- 5 42. 一种置于光学器件中的光学拾取装置, 它能从光学记录介质读取信息, 所述光学拾取装置包括:

一个第一光源, 发出一束第一光;

一个第二光源, 发出一束第二光, 其中只有第一和第二光源中的一个在给定时间分别发出第一和第二光;

- 10 一个物镜, 接收由相应的第一和第二光源中的一个所发出的第一光或第二光, 并把发出的第一光或第二光聚焦到光学记录介质, 并通过光学记录介质反射的光;

一个光探测器, 接收由光学记录介质反射并通过物镜的光, 再现信息。

- 15 43. 如权利要求 42 的光学拾取装置, 其中如果光记录介质具有第一厚度, 则第一光源发出第一光, 如果光记录介质具有比第一厚度厚的第二厚度, 则第二光源发出第二光。

44. 如权利要求 42 的光学拾取装置, 其中第一光具有一个第一频率, 第二光具有一个不同于第一频率的第二频率。

- 20 45. 如权利要求 43 的光学拾取装置, 其中第一光具有一个第一频率, 第二光具有一个不同于第一频率的第二频率。

46. 如权利要求 42 的光学拾取装置, 其中物镜是一个单透镜。

- 25 47. 如权利要求 42 的光学拾取装置, 其中物镜包括一个分成内区, 环形透镜区和外区的通光区, 其中, 如果光记录介质具有第一厚度, 则中心和周缘区的曲率最适合于光学记录介质, 如果光学记录介质具有比第一厚度厚的第二厚度, 则环形区的曲率最适合于光记录介质。

48. 如权利要求 42 的光学拾取装置, 其中物镜包括分成内区, 环形透镜区和外区的通光区, 其中如果光学记录介质具有第一厚度, 则中心和周缘区的曲率最适合光记录介质, 如果光记录介质具有第二厚度, 则环形区的曲率最适合于光记录介质。

- 30 49. 如权利要求 47 的光学拾取装置, 其中环形透镜区的表面与内区或外区的表面形成一个台阶差。

50. 如权利要求 48 的光学拾取装置, 其中环形透镜区的表面与内区或外区的表面形成一个台阶差。

51. 如权利要求 42 的光学拾取装置, 其中还包括:

5 一个第一分束器, 用于传输第一光源的第一光, 并反射第二光源的第二光;

一个第二分束器, 用于传输透过第一分束器的第一光和由第一分束器反射的第二光;

一个准直透镜, 准直第一光和透过第二分束器的被反射的第二光, 并将准直光传输到物镜;

10 其中第二分束器反射由光学记录介质反射的第一光和第二光。

52. 如权利要求 49 的光学拾取装置, 还包括:

一个第一分束器, 用于传输第一光源发出的第一光, 并反射第二光源发出的第二光;

15 一个第二分束器, 用于传输透过第一分束器的第一光, 和由第一分束器反射的第二光; 以及

一个准直透镜, 准直第一光和透过第二分束器的经反射的第二光, 并将该准直光传输到物镜;

其中第二分束器反射由光记录介质反射的第一光和第二光。

53. 如权利要求 42 的光学拾取装置, 还包括:

20 一个第一分束器, 反射第一光源发出的第一光;

一个第二分束器, 用于传输由第一分束器反射的第一光, 并反射由第一分束器反射的第二光; 以及

一个准直透镜, 准直透过第二分束器的第一光和反射的第二光, 并传输该准直光到物镜;

25 其中第一和第二分束器传输由光记录介质反射的第一光和第二光至光探测器。

54. 如权利要求 49 的光学拾取装置, 还包括:

一个第一分束器, 反射第一光源发出的第一光;

30 一个第二分束器, 传输由第一分束器反射的第一光, 并反射由第一分束器反射的第二光; 以及

一个准直透镜, 准直透过第二分束器的第一光和反射的第二光, 并将该

准直光传输到物镜;

其中第一和第二分束器传输由光记录介质反射的第一光和第二光。

55. 一种置于光学器件中的光学拾取装置, 用于从光记录介质读取信息, 所述光学拾取装置包括:

5 一个第一光源, 用于发出第一光;

一个第二光源, 用于发出第二光, 其中在给定的时间, 分别由第一光源和第二光源中的一个发出第一光和第二光;

10 一个物镜, 接收由相应的第一光源或第二光源发出的第一光或第二光, 并把发出的第一光或第二光聚焦到光记录介质, 并使从光记录介质反射的光通过;

一个第一光探测器, 接收从光记录介质反射, 并透过物镜的第一光, 以再现信息; 以及

一个第二光探测器, 接收由光记录介质反射, 并透过物镜的第二光, 以再现信息。

15 56. 如权利要求 55 的光学拾取装置, 其中如果光记录介质具有第一厚度, 则第一光源发出第一光, 如果光记录介质具有大于第一厚度的第二厚度, 则第二光源发出第二光。

57. 如权利要求 56 的光学拾取装置, 其中第一光具有第一频率, 第二光具有不同于第一频率的第二频率。

20 58. 如权利要求 55 的光学拾取装置, 其中物镜包括, 一个分成内区, 环形透镜区 and 外区的通光区, 其中如果光记录介质具有第一厚度, 则中心和周缘区的曲率最适合于光记录介质, 如果光记录介质具有大于第一厚度的第二厚度, 则环形区的曲率最适合于光记录介质。

25 59. 如权利要求 58 的光学拾取装置, 其中环形透镜区的表面与内区或外区的表面形成一个台阶差。

60. 如权利要求 49 的光学拾取装置, 还包括:

分束器, 用于传输第一光源发出的第一光, 反射第二光源发出的第二光; 以及

30 一个准直透镜, 准直透过第一分束器的第一光和由第二分束器反射的第二光, 并把该准直光传输至物镜;

其中, 分束器传输由光记录介质反射的第一光到第一光探测器, 并将由

光记录介质反射的第二光反射到第二光探测器。

61. 一种用于兼容不同类型光存储介质的光学器件中的物镜, 所述物镜具有多个具有不同的光学特性的区域, 其中所述的多个透镜区域之一将所述的光聚焦到一个光存储介质上, 与所述光存储介质的类型无关;

5 其中所述多个透镜区域包括:

一个第一区域, 将由光源发出的光聚焦到所述一个光存储介质上, 与所述光存储介质的厚度无关;

一个第二区域, 将由光源发出的光聚焦到所述一个光学存储介质上, 条件是所述光存储介质具有一个第一预定的厚度; 以及

10 一个第三区域, 将由光源发出的光聚焦到所述一个光学存储介质上, 条件是所述光存储介质具有一个不同于所述第一预定厚度的第二预定厚度;

第二区域的一个表面与第一和第三区域之一的表面形成一个台阶差。

62. 如权利要求 61 的光学拾取装置, 其中第二区域的表面与第一区域的表面形成台阶差, 其中所述台阶差是一个使通过第一区的光与通过第二区的光之间的光程差为从光源发出光的波长整数倍的一个值。

15

63. 如权利要求 61 的光学拾取装置, 其中第二区域的表面与第三区域的表面形成台阶差, 该台阶差是一个使通过第一区的光与通过第二区的光之间的光程差为从光源发出的光波长的整数倍的一个值。

说明书

具有兼容多种光盘规格物镜 的光学拾取装置

5

本发明涉及一种光学拾取装置，它包括一种能在不同规格的光记录介质的信息记录面上形成光点的物镜，尤其是一种具有能对多种不同规格的光盘，例如数字通用盘(DVD)，CD记录盘(CD - R)，CD再写入盘(CD - RW)，小型盘(CD)和激光盘(LD)可兼容的物镜的光学拾取装置。

10

以高密度记录和再现信息，如视频，音频或数据的记录介质是一种盘，卡或带。然而，主要使用一种盘型的记录介质。近来，光盘系统已开发出LD，CD和DVD各种形式的盘。但，在需要可兼容地使用不同规格，例如DVD，CD - R，CD，CD - RW和LD的光盘时，由于盘的厚度和波长的不同会出现光学象差。于是，对于可以兼容不同规格的光盘以及去除上述光学象差的光学拾取装置已有大量研究。其结果，制造出各种可兼容不同规格光盘的光学拾取装置。

15

图1A和1B表示可兼容不同规格光盘的传统光学拾取装置的一部分内容的视图。图1A表示光聚焦到一种薄型光盘上的情形。图1B表示光聚焦到一种厚型光盘上的情形。在图1A和1B中，标号1表示一个全息透镜，2表示折射物镜，3a表示薄光盘，3b表示厚光盘。由未图示的光源发出的光4受到全息透镜1的格栅图形11的衍射，分别产生非衍射的零级光40和衍射的第一级光41。由物镜2将非衍射的零级光40聚焦到光盘3a的信息记录表面上。由物镜2将衍射的第一级光41聚焦到光盘3b的信息记录表面上。所以图1A和1B所示的光学拾取装置使用非衍射的零级光40和衍射的第一级光

20

25

41分别记录或读取不同厚度的光盘3a和3b的信息。

其它惯用的技术公开在1995年11月14日出版的日本未审查出版物平成7 - 302437上。其中所公开的光学头装置的物镜从物镜中心算起有一个具有与薄光盘的信息记录表面叠合的焦点的奇数区，以及一个具有与厚光盘的信息记录表面叠合的焦点的偶数区。由此，在薄光盘情形下，利用透过物镜的奇数区的光束读取来自薄光盘的信息。同样，在厚光盘情形下，利用透过物镜偶数区的光束读取厚光盘的信息。

30

然而, 由于图 1A 和 1B 所示的光学拾取装置把入射光分成零级光和第一级光, 所以光的利用率下降。即, 由于入射光由全息透镜 1 分成零级光和第一级光, 所以只有零级光或第一级光用于在光盘上记录信息或读出来自光盘的信息, 光学拾取装置只利用 15 % 左右的入射光, 于是降低了光的利用率。

- 5 另, 根据所用光盘的厚度, 实际上只有从相应光盘 3a 或 3b 反射的零级光和第一级光中的一个包含读取信息。于是, 相对于含信息的光来说, 无信息的光在光检测时起到噪声的作用。上述问题可以通过处理全息透镜 1 的方法来克服。然而, 在加工全息透镜 1 时, 对于提供精细的全息图形的蚀刻加工需要高的精度。所以使加工成本增加。

- 10 在日本专利未审查的公开号平成 7 - 302437 的已有技术中, 只利用透过奇数区或偶数区的光。结果, 光的利用率下降。另, 由于焦点的数目总是二个, 所以在进行光探测时, 没有信息的光作为噪声, 这就难以探测来自光盘反射光的信息。

- 为解决上述问题, 本发明的目的在于提供一种光学拾取装置, 它具有不
15 取决于光盘规格的良好信号探测功能。

本发明的另一目的在于提供一种物镜, 它可以兼容地用于至少两种具有不同厚度的基衬。

本发明的附加目的和优点部分内容在下述的说明书中提出, 部分是显见的, 或者可由实施发明时理解。

- 20 本发明的上述和其它目的可通过提供一种光学拾取装置来取得, 这种装置与多种光学记录介质兼容, 所述光学拾取装置包括: 至少一个光源; 一个物镜, 它可以将由光源发出的光在多种光学记录介质之一的信息记录面上聚焦成最佳的光点; 以及一个光探测器, 用于探测由聚焦光点的光记录介质的信息记录面上经反射之后透过物镜的光。该物镜具有一个内区, 一个环形透
25 镜区和一个外区, 他们由位于透镜顶端中心的环形的环形透镜区来划分, 其中内区、环形透镜区和外区具有非球面形状, 用于将透过内区和外区的光聚焦成一个光点, 由此可以从一个较薄的第一光记录介质的信息记录表面读取信息, 并且使通过位于内区和外区之间的环形透镜区透射的散射光, 在对具有薄基衬的第一光记录介质再现时不能聚焦到第一光记录介质上。物镜将透
30 过内区和环形透镜区的光聚焦成一个光点, 由该光点束从相对较厚的第二光记录介质的信息记录面读取信息, 并使通过外区透射的散射光在进行第二光

记录介质再现时不能聚焦到具有厚基衬的第二光记录介质上。

上述的和其它的目的还可以利用一种至少可用于两种具有不同厚度基衬的通光物镜来取得。所述物镜包括一个内区，一个环形透镜区，和一个外区，他们由位于透镜顶端中心呈环形状的环形透镜区来划分，其中内区和外区具有非球面形状，用于将透过内区和外区的透射光聚焦成一个光点，利用该光点可从较薄的第一基衬的信息记录面读取信息。环形透镜区具有其它的非球面形状，用于散射透过环形透镜区的光，并把它定位在内区和外区之间，致使透射光不能聚焦到具有较薄厚度的第一基衬上。物镜将透过内区和环形透镜区的光聚焦成一个光点，利用该光点读取较厚的第二基衬的信息记录面的信息，并散射透过外透镜区的光，从而使该透射光不能聚焦到具有较厚厚度的第二基衬上。

本发明的这些和其它目的和优点由下述结合附图的优选实施例的说明变得更容易明白和理解。

图 1A 和 1B 表示常用的具有一个全息透镜和折射物镜的光学拾取装置；
图 2A 表示根据本发明的第一和第二实施例的物镜在薄光盘的信息记录面上形成一个光点的情况；

图 2B 表示根据本发明的第一和第二实施例的物镜在厚光盘的信息记录面上形成一个光点的情况；

图 2C 表示根据本发明的第一和第二实施例的物镜，是从光源观示的物镜的内区，环形透镜区和外区的截面图；

图 2D 表示本发明理想的环形透镜的放大环形透镜区部分的视图；

图 3A 表示在读出厚光学介质时本发明第一实施例的物镜的纵向球差；

图 3B 表示在读出厚光学介质时本发明第一实施例的物镜的波阵面差；

图 4 表示本发明第一实施例的物镜；

图 5 表示本发明第二实施例的物镜的放大环形透镜部分的视图；

图 6 表示具有本发明的第一和第二实施例的物镜的具有单个光源的光学拾取装置的第一种光学系统；

图 7 表示图 6 所示光学拾取装置的一种变更的光学系统；

图 8A 表示根据本发明的第一和第二实施例的具有一个物镜，二个光源和一个光探测器的第二种光学拾取装置；

图 8B 表示图 8A 所示光学拾取装置的变更的装置；

图9表示根据本发明的第一和第二实施例的具有一个物镜,二个光源和二个光探测器的第三种光学拾取装置;

图10表示利用根据本发明的第一实施例和第二实施例的光学拾取装置读取薄光盘时在光探测器中光束的分布情况;

5 图11表示利用根据本发明的第一和第二实施例的物镜读取厚光盘时光束在光探测器中的分布情况。

下面将参见本发明的优选实施例进行详述,在附图中表示出各个例子,图中相同的引用标号表示相同的部件。为便于说明引用附图来描述实施例。

图2A至2D表示本发明的物镜。图2A表示在读取薄光盘30A时物镜
10 20的工作距离是“WD1”时的光路。图2B表示在读出厚光盘30B时物镜20的工作距离是“WD2”时的光路。图2C表示从光源出发观看的物镜20,它表示位于物镜20的光源侧的透镜表面22被分成内区(中心区) A_1 ,环形透镜区(中间区) A_2 和外区(周缘区) A_3 。图2D表示物镜20的环形透镜区 A_2 的部分放大视图,这里的物镜20是采用理想的方法加工的。

15 在本发明第一实施例的物镜20中,位于物镜20的光源侧的透镜表面22被分成内区 A_1 ,环形透镜区 A_2 和外区 A_3 ,这种划分是由以透镜表面22的中心顶端V1为中心的呈例如椭圆形或圆形的环形透镜区 A_2 所形成的。此处,顶端V1是透镜20的中心轴相截于光源侧的透镜表面22的一个点。内区 A_1 和外区 A_3 具有非球面的形状,他们最好在薄光盘30A的信息记录表面
20 31A上形成一个最优聚焦点。另,内区 A_1 加工成能在厚光盘30B的信息记录表面31B上产生一个小的球差,但是仅是一个非常小的球差,以读取厚光盘30B。最好,内区 A_1 的数值孔径NA满足下述关系式(1),对再现厚光盘30B,例如CD盘能提供一个最佳的光点。内区 A_1 ,环形透镜区 A_2 和外区 A_3 分别相应于入射光的一个近轴区,一个中间轴区和一个远轴区。

25 在所用的光波长为650nm时,物镜20的数值孔径NA最好是0.37或稍大一些的值,以再现所用的CD盘。

$$0.8 \lambda / NA - \text{光点大小} \quad (1)$$

式中, λ 表示光的波长,NA表示内区 A_1 的数值孔径。假设物镜20的工作距离是“WD1”,由内区 A_1 和外区 A_3 形成最佳的焦点,相对于工作距
30 离“WD1”,透过内区 A_1 和外区 A_3 的光线在薄光盘30A的信息记录面31A上形成最佳光点,并且不产生球差。另,在使用透过物镜20的内区 A_1 的光

时, 当前的光盘 30B, 例如一个较厚的 CD 盘得到再现。上述技术已公开在
 韩国专利申请 No.96 - 3605 中。然而, 要求数值孔径不少于 0.4, 用于再现
 当前光盘中的需要采用较小光点尺寸的光盘, 例如 LD 盘。为使数值孔径 NA
 大于 0.37, 当环形透镜区 A_2 由内区 A_1 的非球面形状延伸所得时, 在再现 LD
 5 时透过环形透镜区 A_2 的光, 会产生一个使 LD 不能再现的稍大的光学象差。
 所以, 环形透镜区 A_2 要校正这一种光学象差并有一个非球面形状, 利用该形
 状在由内区 A_1 形成焦点的最佳位置处使透过环形透镜区 A_2 的光校正该光学
 象差。

图 2B 表示进行厚光盘 30B 再现时的光路, 并表示透过外区 A_3 的光在光
 10 盘上不形成光点, 并受到散射, 而透过区 A_1 和 A_2 的光聚焦到厚光盘 31B 的
 表面上。同时, 在物镜 20 的工作距离是“WD1”时, 透过环形透镜区 A_2
 的光在光盘 30A 的信息记录面 31A 处受到散射。图 2A 中的实线表示在工作
 距离是“WD1”时, 透过内区 A_1 和外区 A_3 的光的光路。虚线表示透过环
 形透镜区 A_2 时受到散射的光的光路。

15 图 3A 表示厚光盘 30B 读出时物镜 20 的工作距离和光学纵向球差的象差
 曲线图。由于内区 A_1 在物镜 20 再现厚光盘 30B 时具有球差, 所以物镜 20
 受到光学散焦, 即, 调节工作距离, 由此只有一个最小的光学象差值。球差
 系数 W_{40} 的产生是由于薄光盘 30A 和厚光盘 30B 之间的厚度差的原因, 该系
 数满足下述等式(2),

$$20 \quad \sigma^2 W_{40} = \frac{n^2 - 1}{8n_i} d(NA)^4 = 0.6 \mu m \quad (2)$$

通常, 包括球差的光学象差由下述等式(3)表示:

$$W = W_{20}h^2 + W_{40}h^4 \quad (3)$$

其中, W_{20} 是散焦系数, h 是边缘光线的高度。

光学象差的平方根满足下述等式(4),

$$25 \quad \sigma^2 W = \sqrt{\overline{W^2} - (\overline{W})^2} = \frac{1}{12} [W_{20} + W_{40}]^2 + \frac{1}{180} W_{40}^2$$

$$\text{这里,} \quad \overline{W^2} = \frac{1}{3} W_{20}^2 + \frac{1}{2} W_{20}W_{40} + \frac{1}{5} W_{40}^2 \quad (4)$$

$$\overline{W} = \frac{1}{2} W_{20} + \frac{1}{3} W_{40}$$

所以, 使光学象差最小的散焦系数的条件是 $W_{20} = -W_{40}$, 实际的散焦量遵守等式(5).

$$\Delta Z = -\frac{2W_{40}}{(NA)^2} \approx -8.3 \mu m \quad (5)$$

5

这里, 内区的数值孔径 NA 的变化, 光盘折射率(n)和光盘厚度(d)如下:
NA = 0.38, n = 1.58, d = 0.6mm. 如果将环形透镜区 A₂ 设计成形成一个最佳光点, 对于散焦为 8.3 μ m 的厚光盘, 不出现球差, 可以得到如图 3A 所示的纵向球差曲线图。在这种情况下, 由内区 A₁ 形成的焦长与由环形透镜区 A₂ 形成的焦长之间的差, 由于在光轴的散焦量为 8.3 μ m, 而使该差也为 8.3 μ m. 对内区 A₁, 焦长是 3.3025mm, 对环形透镜区 A₂, 焦长是 3.3111mm, 他们是按照常用的光学程序(S/W)计算的。该 8.3 μ m 是由手工进行三次方计算的结果, 而 8.6 μ m 是由用(S/W)光学程序的包括三次方的高次计算所得的结果。

如果物镜 20 的工作距离从 “WD1” 改变至 “WD2”, 这将使由透过环形透镜区 A₂ 的光所引起的光学象差基本上为零, 通过环形透镜区 A₂ 的光形成如图 2B 实线所示的光程, 并在厚光盘 30B 的信息记录表面 31B 上形成最佳光点。当工作距离 “WD2” 是再现厚光盘 30B 的最佳工作距离时, 环形透镜区 A₂ 增加所用光的利用效率, 并增加数值孔径。在这种情况下, 内区 A₁ 保持的球差对再现厚光盘 30B 是足够小的。由内区 A₁ 所形成的球差予以减小, 总的波阵面象差约为 0.07 λ rms. 于是, 透过内区 A₁ 和环形透镜区 A₂ 的光形成一个具有减小光尺寸为 15 % 或以上的光点, 同时不增加在厚光盘 30B 的信息记录面 31B 上的光学象差, 它是相比于环形透镜区 A₂ 具有与内区 A₁ 相同非球面形状的情况而言。由此, 有可能再现例如现今的需要高密度的 LD 以及 CD 的光记录介质。在这种情况下, 透过外区 A₃ 的光受到散射, 同时不影响在厚光盘 30B 的信息记录面 31B 上所形成的光点。透过外区 A₃ 的光的光程由图 2B 中的虚线表示。于是, 单光点可以形成在信息记录面 31B 上。上述和由图 2A 和 2B 所示的工作距离的示例是 WD1 = 1.897mm, WD2 = 1.525mm.

在读取记录信息时，薄光盘 30A 利用较短波长的光，而厚光盘 30B 利用短波长的光和较长波长的光。所以，在薄光盘 30A 是一种 DVD 盘，厚光盘 30B 是一种 CD, LD, CD - RW 或 CD - R 盘时，内区 A₁ 和外区 A₃ 具有最适用于 DVD 的信息记录表面的非球面形状，而内区 A₁ 和环形透镜区 A₂ 具有象差得到校正的非球面形状和最佳的工作距离，致使对于 CD, LD 或 CD - RW 或 CD - R 的信息记录面可以再现信息。A₁、A₂ 和 A₃ 区中的环形透镜区 A₂ 由表示非球面形状的下述等式(6)确定其非球面形状。

$$Z(h) = \frac{h^2/R}{1 + \sqrt{1 - (1 + K)h^2/R^2}} + Ah^4 + Bh^6 + Ch^8 + Dh^{10} + Z_{\text{offset}} \quad (6)$$

在上述等式(6)中，函数“Z”是从垂直于光轴并通过物镜 20 的顶端 V₁ 的表面到位于物镜 20 的光源侧的透镜表面 22 的距离的函数。变量“h”是物镜 20 的轴到垂直于光轴的有关点之间的距离。常数“R”是一个曲率，它是作为确定非球面形状的参考数。Z_{offset} 是一个参数，用来表述环形透镜区 A₂ 和内区 A₁ 之间的台阶差。等式(6)是本领域技术人员所公知的，所以略去对该式的详细说明。环形透镜区 A₂ 具有一个凸起的形状，或者一个内凹的形状，这是相比于内区 A₁ 和外区 A₃ 而言。凸起形状的环形透镜区 A₂ 其放大的形状示于图 2D 中。由内区 A₁ 和外区 A₃ 所占的非球面形状可以用等式(6)中去除补偿项 Z_{offset} 来表示。确定环形透镜区 A₂ 的宽度，以提供最适合再现较厚光盘的光点，并且占据从光源入射的光所照射到的物镜 20 的入射面 22 的至少 10 %。对于定量表述，环形透镜区 A₂ 的宽度范围为 100 至 300μm 之间。

对于 A₁、A₂ 和 A₃ 的最佳非球面形状的数据表示在下表中。

透镜面	曲率	非球面系数	厚度	折射率
内区(A ₁)/外区(A ₃)	2.13482	K: - 0.425667 A: - 0.822095E - 03 B: - 0.249645E - 03 C: - 0.106803E - 03 D: - 0.194864E - 03 Z _{offset} : 0.0	1.795	1.5864
环形透镜区(A ₂)	2.14101	K: - 0.425667 A: - 0.362745E - 03 B: - 0.259541E - 03 C: - 0.665620E - 03 D: - 0.020804E - 03 Z _{offset} : - 0.0012	1.795	1.5864
对着光盘的透镜面(24)	- 14.39337	K: 8.578602 A: 0.897734E - 02 B: - 0.341346E - 02 C: - 0.762226E - 03 D: - 0.665163E - 04		
光盘	0		1.2/0.6	1.58

在 A₁、A₂ 和 A₃ 区的非球面形状由等式(6)和上表的数据确定时，从环形透镜区 A₂ 的非球形表面外伸的由图 4 中虚线表示的假想表面离物镜 20 的顶端 V1 的距离比内区 A₁ 的非球形表面远。

然而，为在光源侧的透镜表面上容易形成非球面形状的 A₁、A₂ 和 A₃ 区，
5 最好在初步加工内区 A₁ 和外区 A₃ 之后再加工环形透镜区 A₂。于是，环状的透镜区 A₂ 在与内区 A₁ 或外区 A₃ 接触处具有一个台阶差。

图 4 表示物镜 20，它被加工成在内区 A₁ 接触环形透镜区 A₂ 处存在一个台阶差。图 5 表示物镜 20' 加工成，在环形透镜区 A₂ 接触外区 A₃ 的区域具有一个台阶差。由于通过内区 A₁ 的光和通过环形透镜区 A₂ 的光之间具有光程
10 差，所以这种台阶差会产生象差。台阶差具有一个高度，由这个高度，使由通过内区 A₁ 和环形透镜区 A₂ 的光之间的光程差所产生的光学象差，对于由光源发出的较长波长的光，或用于再现厚光盘的光来说可以予以清除。具体

说, 将台阶差的高度确定成, 使透过物镜 20 的环形透镜区 A_2 的光和透过物镜 20 的内区 A_1 的光之间的光程差成为所用光的波长整数倍, 见图 3B。可以把台阶差的高度确定为一个值, 把等式(6)中的 Z_{offset} 值, 以及环形透镜区 A_2 的宽度考虑进去, 由于光程差所引起的光学象差可由该值予以去除。最好, 台阶差的高度, 根据物镜的折射率大小近似地确定为 $1\mu\text{m} - 1.5\mu\text{m}$ 。

图 6 表示采用根据本发明第一和第二实施例的物镜 20 或 20' 的具有单光源的第一种类型光学拾取装置。图 6 所示的光学拾取装置具有一个典型的光学系统, 利用本发明的第一和第二实施例的物镜 20 和 20', 它兼容利用相同波长光的不同规格的光盘。光源 41 发出特定波长的激光束。光探测器 43 设计成, 使透过物镜 20 或 20' 的外区 A_3 的光在再现厚光盘 30B 时不被探测到。即, 光探测器 43 设计成, 在再现厚光盘 30B 的信息时, 只探测到透过物镜 20 或 20' 的内区 A_1 和环形透镜区 A_2 的光。

为清楚起见, 描述图 6 所示的包括物镜 20 或 20' 以及光源 41 发出 650nm 波长的光的光学拾取装置。由光源 41 发出的波长为 650nm 的光线由分束器 42 反射。分束器 42 约反射 50 % 的入射光, 由准直透镜 70 将反射的光变成基本上为平行的光。由于从光源向物镜 20 或 20' 入射的光线可以利用准直透镜 70 变成基本上为平行的光, 所以可以进行较为稳定的信息读取操作。在对于薄光盘 30A, 例如 DVD 盘进行再现操作时, 透过准直透镜 70 的光线, 以光点的形式被物镜 20 或 20' 聚焦在薄盘 30A 的信息记录面 31A 上。在这种情况下, 物镜 20 或 20' 有一个工作距离 “WDI”, 它在图 6 中的 A 位置用实线表示。所以, 650nm 波长的光线形成图 6 实线所示的光路。从薄光盘 30A 的信息记录面 31A 反射的光通过物镜 20 或 20' 以及准直透镜 70 传输, 然后再入射到分束器 42 上。分束器 42 透过约 50 % 的入射光, 所透过的光由光探测透镜 44 聚焦到光探测器 43 上。此时, 透过物镜 20 或 20' 的内区 A_1 和外区 A_3 的光, 在薄光盘 30A 的信息记录面 31A 上形成特定大小的光点, 利用该光点来读取薄光盘 30A 的信息记录面 31A 的信息。同时, 透过物镜 20 或 20' 的环形透镜区 A_2 的光在偏离透过内区 A_1 和外区 A_3 的光所形成光点的位置约 $5\mu\text{m}$ 的盘 31B 的位置处, 在厚盘 31B 上形成散射状的光带。由此, 光探测器 43 不探测透过环形透镜区 A_2 的光, 它在再现薄光盘 30A 的数据时, 对于有效的再现信号不再作为噪声信号。

在对于厚盘 30B 进行再现操作时, 例如对于 CD 或 LD 盘的再现, 透过

准直透镜 70 的光由位于 B 处的物镜 20 或 20' 在厚盘 30B 的信息记录面上形成光点。在这种情形下，物镜 20 或 20' 的工作距离是“WD2”，如图 6 中的虚线所示。所以，所述光形成如图 6 中虚线所示的光路。此时，透过物镜 20 或 20' 的内区 A_1 和环形透镜区 A_2 的光，在厚盘 30B 的信息记录面 31B 上形成一定大小的光点，由此可以从厚光盘 30B 的信息记录面 31B 读取信息。同时，透过物镜 20 或 20' 的外区 A_3 的光形成一个较弱强度的光点，该光点位于偏离由透过内区 A_1 和环形透镜区 A_2 所形成光点位置的某一个位置处。于是，光探测器 43 可利用透过物镜 20 或 20' 的内区 A_1 和环形透镜区 A_2 的光，从厚光盘 30B 读取信息。

更详细地说，透过内区 A_1 的光在厚光盘 30B 的信息记录面 31B 上产生球差。然而，所述球差对于从厚盘 30B 读取信号来说是一个非常小的量，可由在光轴的球差量对光进行散焦来保持所述最小的光学象差。在工作距离调节到约 $10\mu\text{m}$ 时，对非象差光学系统校正环形透镜区 A_2 的透镜曲率和非球面系数，从而不产生附加的球差。于是，数值孔径增加而光学象差不增加，光点的尺寸也减小。由此，可再现现用的比再现 CD 盘需要更高的密度的光盘，例如 LD 盘。作为参考，对于再现 LD 盘，需要约 $1.2\mu\text{m}$ 的光点大小，而再现 CD 盘，需要约 $1.4\mu\text{m}$ 的光点大小。对于再现 DVD 盘，需要约 $1.9\mu\text{m}$ 的光点大小。因此，本发明可利用简单的光学拾取装置再现各种不同规格的光盘，如 DVD、LD 和 CD 盘。

图 10 表示根据本发明的第一和第二实施例在再现薄盘 30A 的信息时，光探测器 43 上光的分布。在图 10 中，暗区是由于透过物镜 20 或 20' 的内区 A_1 和外区 A_3 的光所致，它作为一个有效的再现信号予以探测。然而，暗区之间的亮区表示，在光探测器 43 内通过物镜 20 或 20' 的环形透镜区 A_2 的光没有被探测，也没有作为有效的再现信号予以探测。图 11 表示根据本发明，利用物镜 20 或 20' 再现厚光盘 30B 的信息时在光探测器 43 内光束的分布。标记“B1”表示在光探测器内透过内区 A_1 的光的分布，“B2”表示透过环形透镜区 A_2 的光的分布，“B3”表示透过外区 A_3 的光的分布。在图 11 中所示的形成 B1 和 B2 分布的光在光探测器 43 内作为有效信号予以探测，形成 B3 分布的光不作为有效再现光予以探测。

图 7 表示对图 6 所示光学拾取装置的一种改进的光学系统。在图 7 中，部件 40 包括光源 41 和光探测器 43，他们构成一个组件。全息分束器 50 是

一个具有高光效率的偏振全息图，并且通过使用一个 $1/4$ 波片 60 取得高的光学效率。最好在不使用 $1/4$ 波片时，用一个普通的全息图来替代偏振全息图。光源 41 发出的 650nm 的光线通过全息分束器 50 和 $1/4$ 波片 60，然后用准直透镜 70 使他们成为平行光线。物镜 20 或 20' 将来自准直透镜 70 的光以光点的形式聚焦到薄光盘 30A 的信息记录面 31A 上，或者以光点的形式聚焦到厚光盘 30B 的信息记录面 31B 上。在图 7 所示的光学拾取装置中，由于所用的物镜相同于图 6 中所用的，所以在此略去对他们的详细说明。从信息记录面 31A 或 31B 反射的光，最后由全息分束器 50 会聚并聚焦到光探测器 43 上。

图 8A 表示根据本发明第一和第二实施例具有物镜 20 或 20'，两个光源 41 和 45 以及一个光探测器 43 的光学拾取装置。光源 41 发出 650nm 的激光束，光源 45 发出 780nm 的激光束。780nm 的光源应该用于 CD, CD - RW, LD 或 CD - R 盘，而 650nm 的光源应该用于 DVD, CD 或 CD - RW 盘。在使用光源 41 时，所发出的光线形成如图 8A 所示的用实线表示的光路，在这种情况下，物镜 20 或 20' 在位置 A 处用实线表示。当采用光源 45 时，所发出的光线形成图中由虚线表示的光路，在这种情形下，物镜 20 或 20' 在位置 B 处用虚线表示。用物镜 20 或 20' 使光聚焦在厚光盘 30B 或薄光盘 30A 上的光点相同于图 6 所示的情况。

分束器 46 是一种可色分离的分束器，它透过由光源 41 提供的光，同时反射由光源 45 提供的光。从分束器 46 反射的光入射到偏振分束器 47 上。偏振分束器 47 有一种光学特性，即，对于工作的光波长为 650nm 和 780nm 时，分别透射或反射线性的偏振光。偏振分束器 47 透过从分束器 46 入射的光，由 $1/4$ 波片 60 使透过光成为圆偏振光。由物镜 20 或 20' 使圆偏振光聚焦到薄光盘 30A 或者厚光盘 30B 的信息记录面上。从信息记录表面反射的光通过物镜 20 或 20'，以及准直透镜，然后由 $1/4$ 波片 60 使它成为线性偏振光。线性偏振光从偏振分束器 47 反射，所反射的光由光探测透镜 44 聚焦到光探测器 43 上。在不用 $1/4$ 波片时，偏振分束器 47 可以用部分透射和部分反射入射光的分束器替代。

一种具有物镜，二个光源，单个光探测器和片状分束器 42 的光学拾取装置，其使用如图 8B 所示。图 8B 表示图 8A 所示光学拾取装置的一种变更装置，它是通过采用一种片状分束器代替立方体形分束器。此外，二个光源 41 和 45 相互反向面对，光探测器 43 与光源 41 和 45 构成 90° 角。这种布

置不同于图 8A 所示的光学拾取装置，在图 8A 中，光源 41 和 45 相互以直角相对，而光探测器 43 与光源 45 呈反向面对，并与光源 41 成直角设置。

图 9 表示根据本发明的第一和第二实施例具有物镜 20 或 20'，二个光源 41 和 45，以及二个光探测器 83 和 105 的光学拾取装置。在图 9 中，光源 41 发出具有 650nm 波长的光，光探测器 83 对应于光源 41，而光源 45 发出 780nm 的光波长，光探测器 105 适用于光源 45，光束分束器是 110。其它光学元件与图 8A 和 8B 中所表示的相同。由于图 9 所示的光学拾取系统可以由本领域技术人员根据对图 8A 和 8B 提供的有关内容所理解，所以在此省略对他们的详细说明。

10 至今，根据本发明的物镜在介绍光学拾取装置时已作出了描述。然而，很明显对于具有本领域技术的人来说，本发明的物镜也可用于显微镜或光学拾取测定装置。

15 如上所述，本发明的光学拾取装置可以兼容于各种厚度或记录密度的盘，即具有不同规格的盘的应用。另，本发明的物镜可以采用注模的方法以低成本制取。具体说，使用二个或多个波长的光兼容地用于光盘时，可以用单个物镜和单个光探测器来制做光学拾取装置。

本发明在上文中只是描述了几种实施例。显然在不偏离本发明的精神和范围下可作出多种变更。

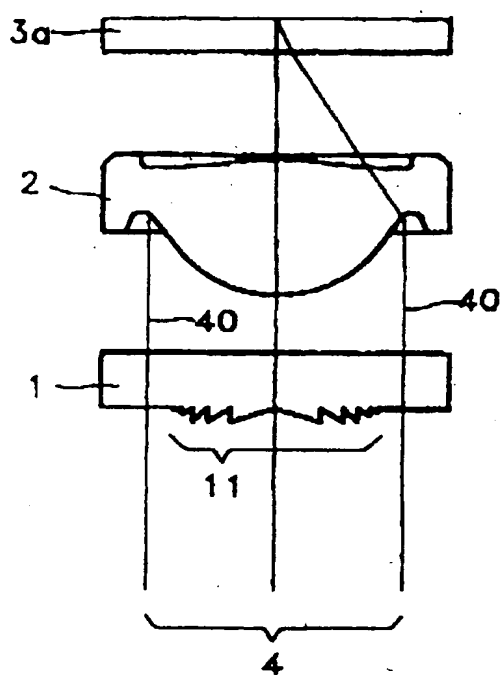


图 1A

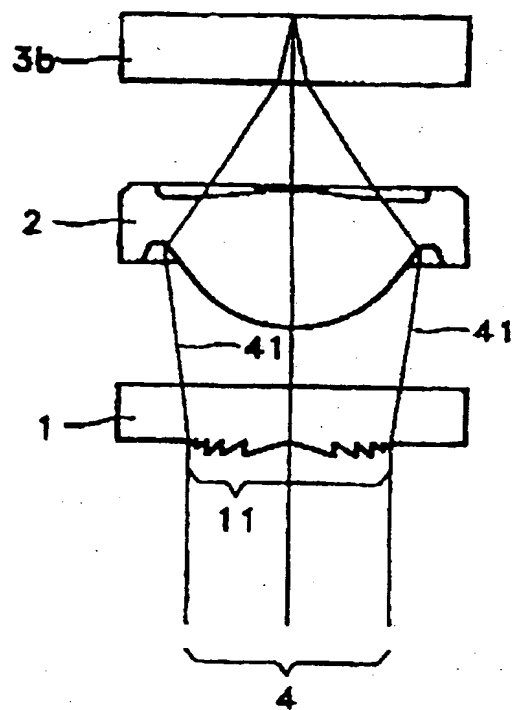


图 1B

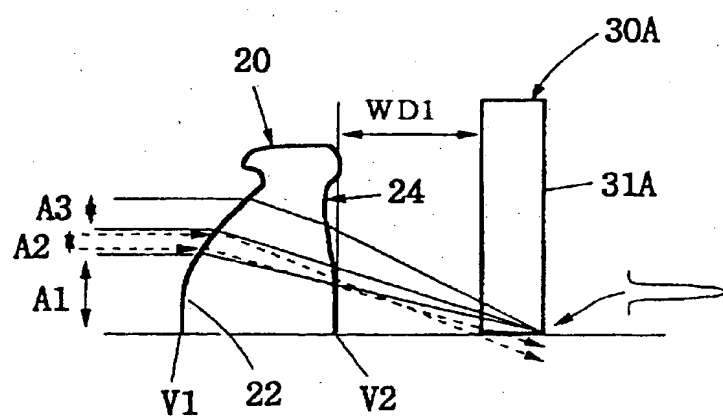


图 2A

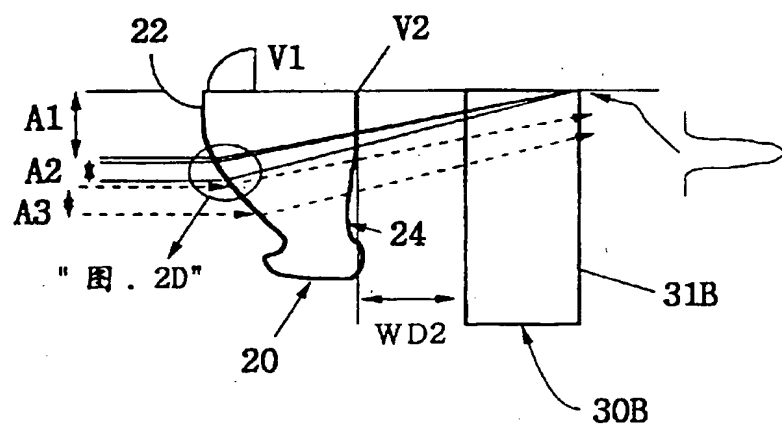


图 2B

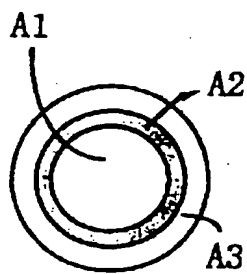


图 2C

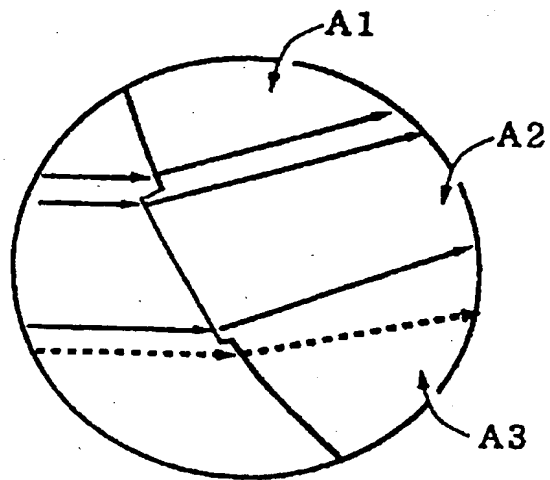


图 2D

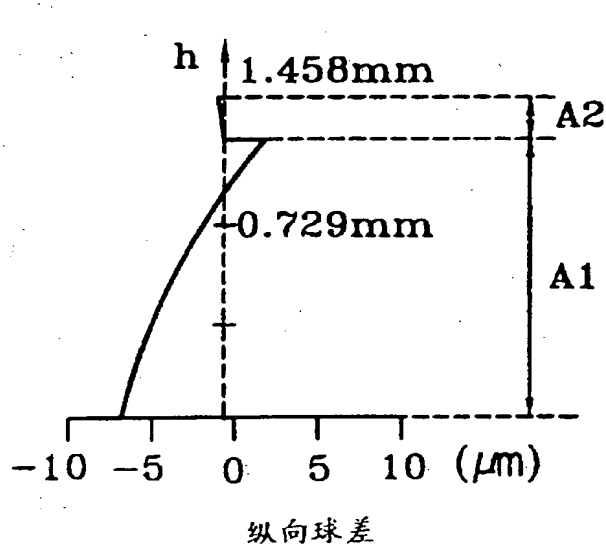


图 3A

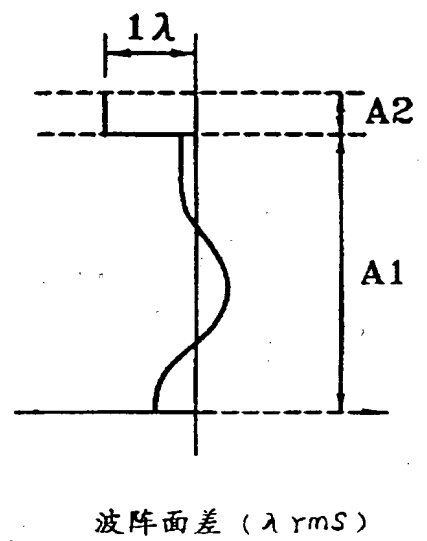


图 3B

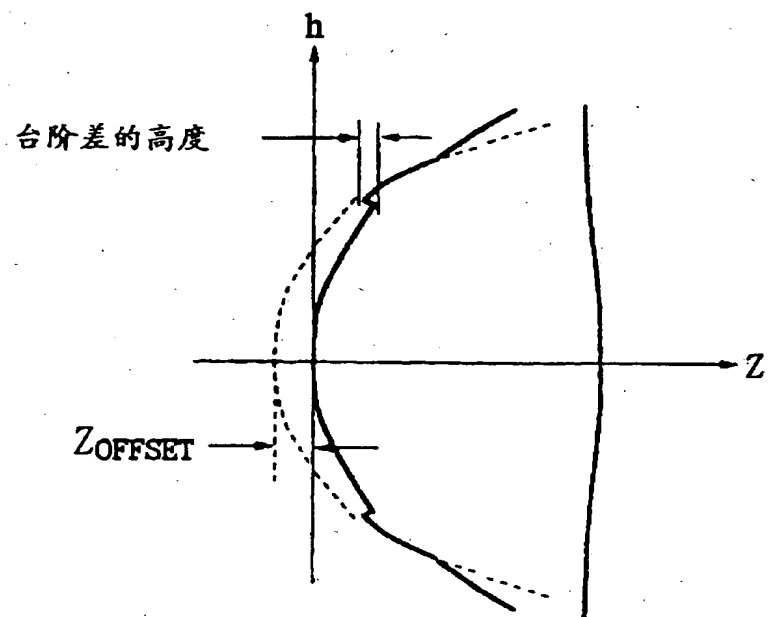


图 4

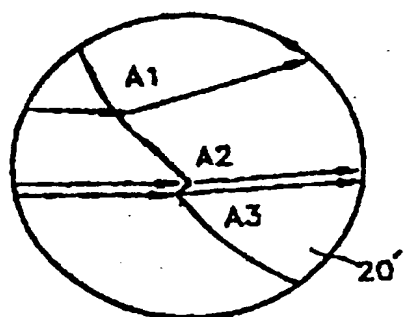


图 5

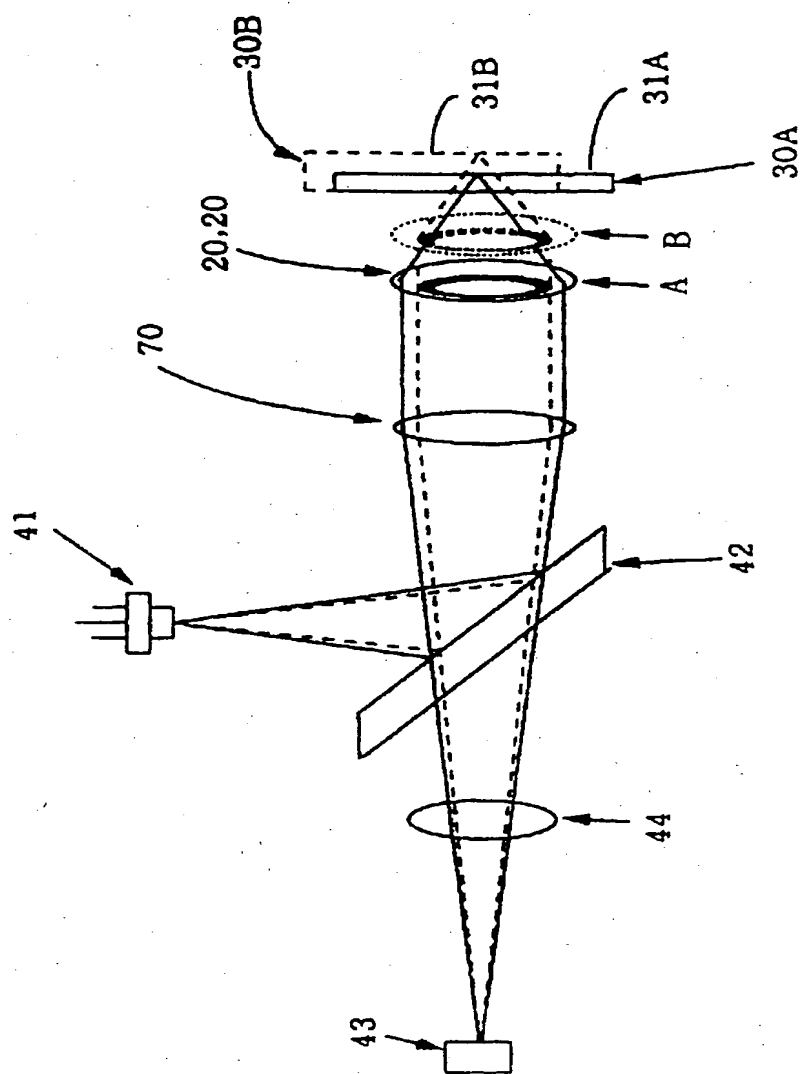


图 6

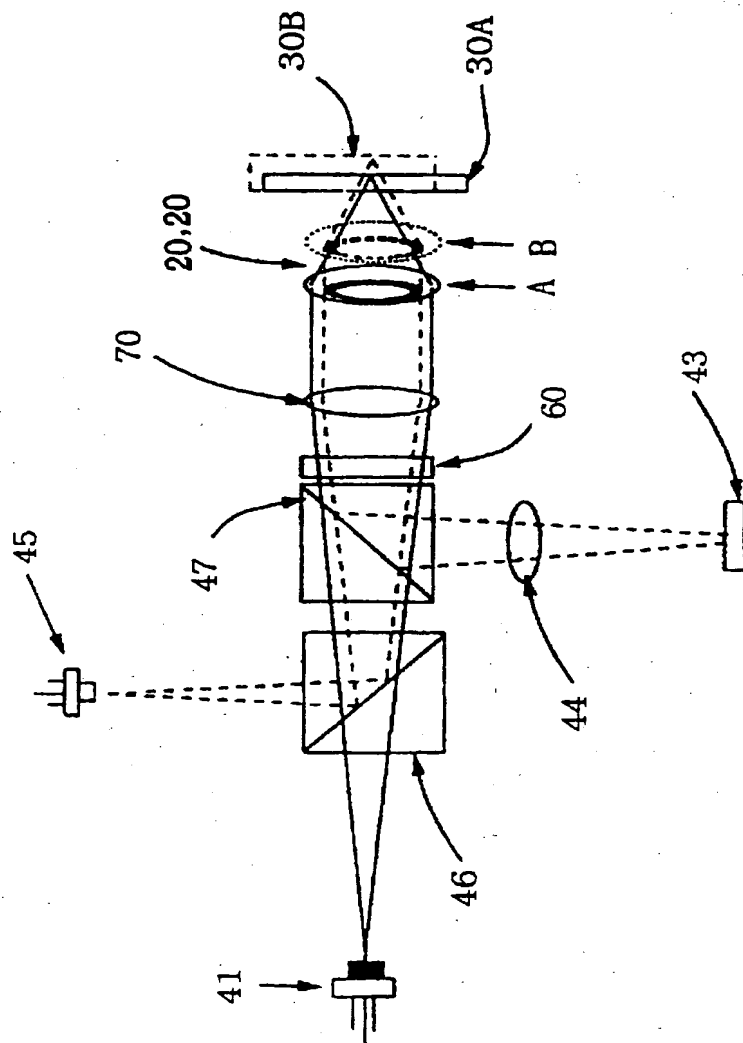


图 8A

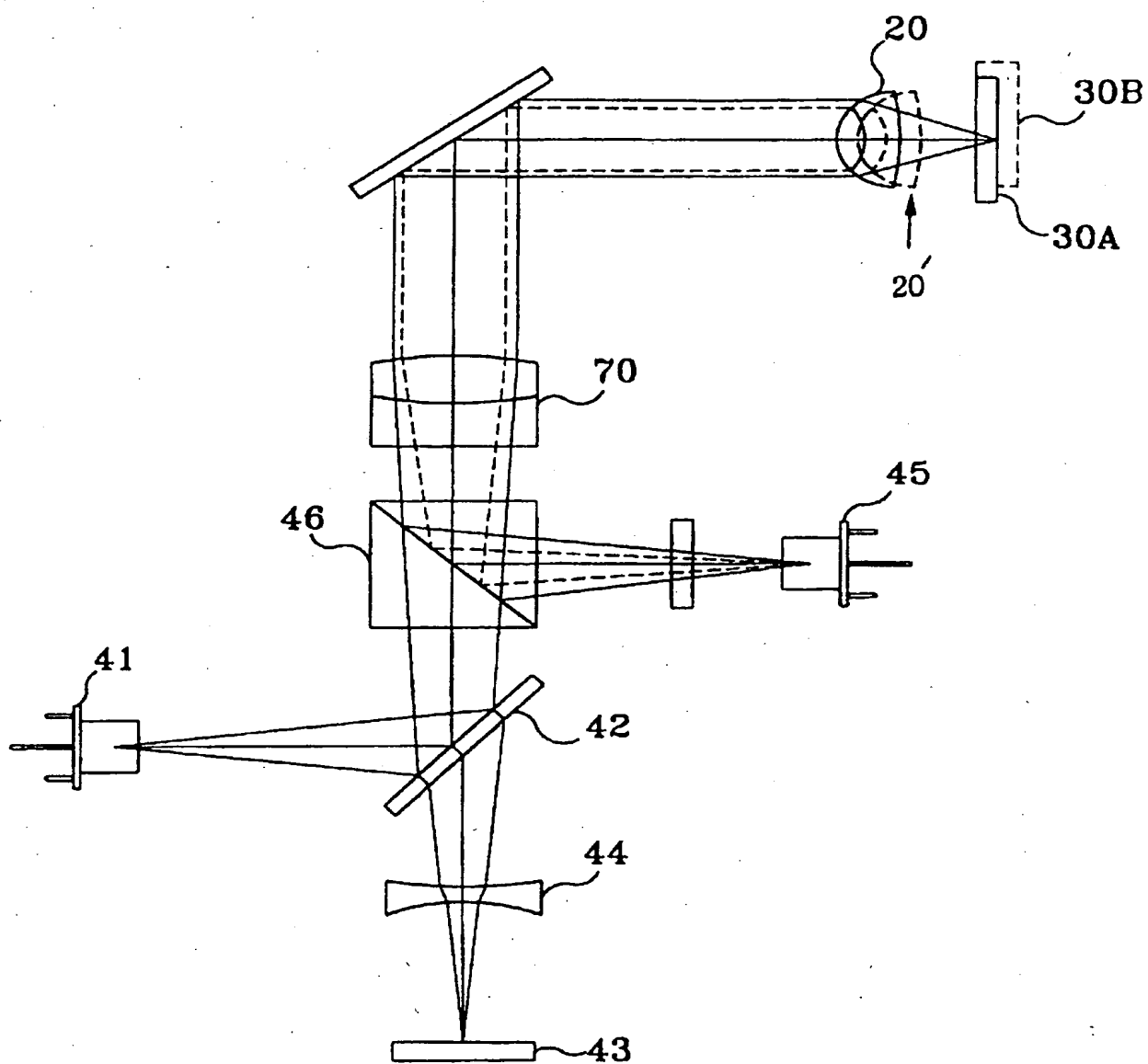


图 8B

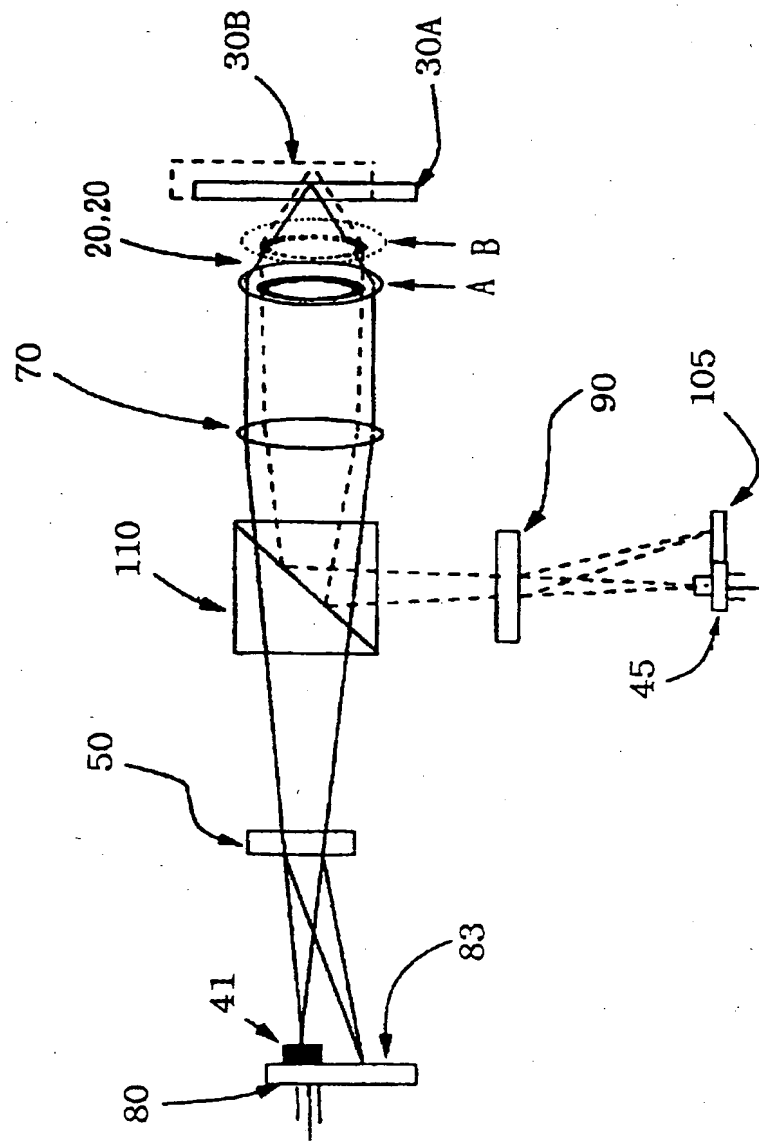


图 9

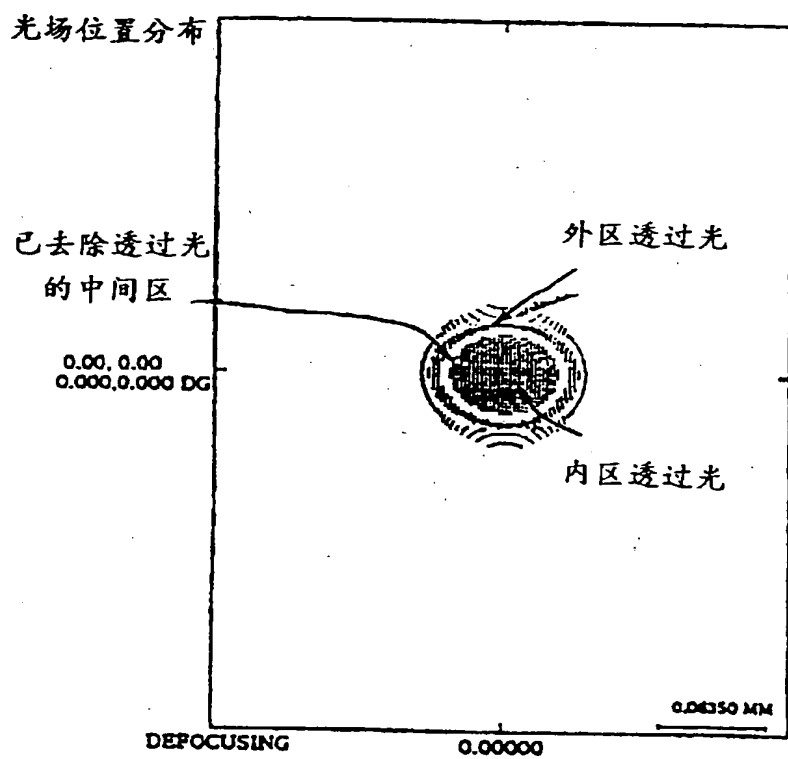


图 10

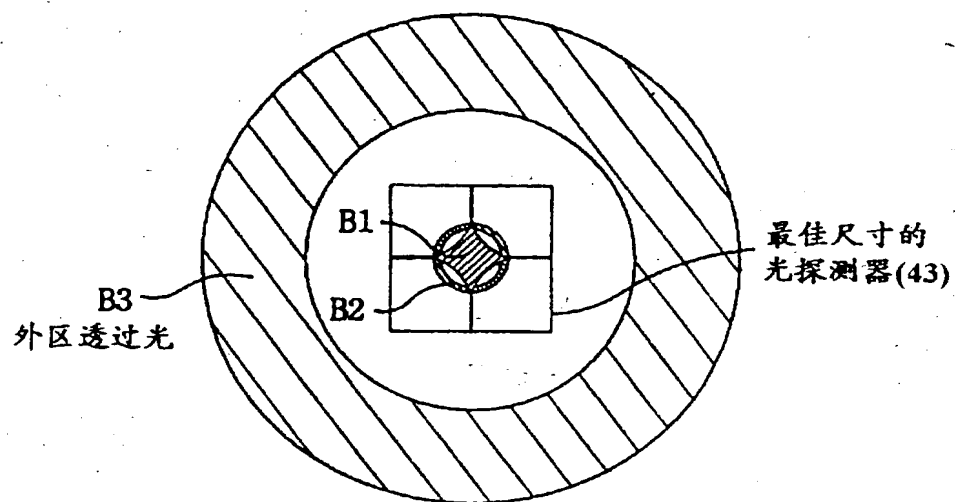


图 11